

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-114938

(43)Date of publication of application : 19.05.1988

---

(51)Int.Cl. C22C 37/08

---

(21)Application number : 61-259972

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 31.10.1986

(72)Inventor : OKADA YUJI

---

**(54) HEAT-RESISTING CAST IRON MATERIAL****(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To improve oxidation resistance without deteriorating strength at high temp. and thermal fatigue-resisting characteristics, by adding specific amounts of Nb and La or Ce simultaneously to an austenitic high-Ni graphite cast iron having a specific composition.

**CONSTITUTION:** The cast iron has a composition consisting of, by weight, 2.5W3.0% C, 2.6W3.2% Si, 0.6W1.0% Mn, ≤0.8% P, ≤0.02% S, 1.8W5.0% Cr, 16.0W30.0% Ni, 0.03W0.10% Mg, 0.8W3.3% Nb, 0.18W0.7% Ce and/or La, and the balance Fe. This cast iron is not only excellent in strength at high temp. and thermal fatigue-resisting characteristics but also remarkably excellent in oxidation resistance, particularly in oxidation resistance under an environment where a repetition of heating and cooling is exerted. In this cast iron, Nb has a function of inhibiting the grain boundary precipitation of impurities such as P, S, etc., to strengthen the grain boundaries, so that oxidation due to intergranular corrosion is prevented and oxidation resistance at high temp., strength at high temp., etc., are improved. Ce and La have a function of making oxide films, which are formed by the actions of Cr, Ni, Nb, etc., dense and strong so as to improve oxidation resistance.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-114938

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>  
C 22 C 37/08

識別記号 庁内整理番号  
Z-7518-4K

④ 公開 昭和63年(1988)5月19日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑬ 発明の名称 耐熱鋳鉄材料

⑭ 特 願 昭61-259972

⑮ 出 願 昭61(1986)10月31日

⑯ 発 明 者 岡 田 裕 二 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
⑰ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
⑱ 代 理 人 弁理士 豊田 武久 外1名

## 明 細 書

### 1. 発明の名称

耐熱鋳鉄材料

### 2. 特許請求の範囲

C 2.5～3.0% (重量%、以下同じ)、Si 2.6～3.2%、Mn 0.6～1.0%、P 0.08%以下、S 0.02%以下、Cr 1.8～5.0%、Ni 16.0～30.0%、Mg 0.03～0.10%、Nb 0.8～3.3%、CeもしくはLaの1種または2種を合計で0.18～0.7%、残部Feおよびその他の不可避免的不純物よりなることを特徴とする耐熱鋳鉄材料。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 産業上の利用分野

この発明は自動車のエキゾーストマニホールドやターボハウジングの如く、高温に曝される部位に使用される耐熱鋳鉄材料に関し、特に繰返し加熱-冷却が繰返されるような使用条件下での耐酸化性が優れた耐熱鋳鉄材料に関するものである。

#### 従来の技術

最近の自動車エンジンは益々高性能化される傾向にあり、そのためエンジンの排気ガス温度も従来よりも高温化していることから、エキゾーストマニホールドやターボハウジングなどの排気ガス系の鋳鉄部品としても、より一層耐熱性を高めることが要求されている。

従来このような用途に使用される耐熱鋳鉄材料としては、例えば特公昭54-38968号に示されているようなフェライト系の高Si球状黒鉛鋳鉄や、ニレジスト鋳鉄(インコ社商標)として知られるオーステナイト系の高Ni球状黒鉛鋳鉄が代表的である。

#### 発明が解決すべき問題点

前述のような従来の耐熱鋳鉄材料のうちでも、特にオーステナイト系高Ni球状黒鉛鋳鉄は、他の耐熱鋳鉄例えばフェライト系高Si球状黒鉛鋳鉄などと比較して優れた高温強度や耐熱疲労特性を示すことから、ターボハウジングやエキゾーストマニホールドなどに適当と考えられる。しかしながら従来のオーステナイト系高Ni球状黒鉛鋳

鉄は、繰返し加熱-冷却における耐酸化性がフェライト系の高Si球状黒鉛鑄鉄より劣る問題があった。すなわち、ターボハウジングやエキゾーストマニホールド等の自動車部品は、繰返して加熱-冷却サイクルを受ける環境下にあり、したがって従来のオーステナイト系高Ni球状黒鉛鑄鉄では酸化の問題から必ずしも十分な耐久性を示し得なかったのである。

この発明は以上の事情を背景としてなされたもので、従来のオーステナイト系高Ni球状黒鉛鑄鉄をさらに改良し、繰返し加熱-冷却を受ける環境下でも優れた耐酸化性を発揮し得るようにしたオーステナイト系の高Ni球状黒鉛鑄鉄からなる耐熱鑄鉄材料を提供することを目的とするものである。

#### 問題点を解決するための手段

本発明者等は、オーステナイト系高Ni球状黒鉛鑄鉄の耐酸化性を向上させる手段について種々実験・検討を重ねた結果、NbとLaもしくはCeを同時に添加することによって、高温強度や

固にし、これらによって耐酸化性を飛躍的に向上させている。なお金属組織としては、従来のものと同様に、オーステナイト基地中に球状黒鉛が晶出し、かつ黒鉛間に若干の微細炭化物が析出したものとなっている。

次にこの発明における各合金元素の添加理由および添加量限定理由について説明する。

C、Si：

CおよびSiは鑄鉄としての黒鉛の晶出に関係する必須の元素であり、これらのうちSiは耐酸化性の向上にも寄与する。鑄鉄においてはC量、Si量は次式で表わされる炭素当量（CE値）で総合的に考慮する必要がある。

$$CE = C(\%) + \{Si(\%) + P(\%)\} / 3$$
炭素当量が3.40未満では湯流れ性が悪く、またピンホールの発生率なども高くなり、一方4.10を越えればカーボンフローやチルの発生などの問題が生じる。したがって炭素当量を3.40～4.10の範囲内とし、しかもSiの耐酸化性向上効果を考慮してSiの割合を若干高める観点から、Cは

耐熱疲労特性を損なうことなく、耐酸化性を従来よりも大幅に向上させ、特に加熱-冷却が繰返されるような環境下でも十分な耐酸化性を発揮し得ることを見出し、この発明をなすに至ったのである。

すなわちこの発明の耐熱鑄鉄材料は、C 2.5～3.0%、Si 2.6～3.2%、Mn 0.6～1.0%、P 0.08%以下、S 0.02%以下、Cr 1.8～5.0%、Ni 16.0～30.0%、Mg 0.03～0.10%、Nb 0.8～3.3%、CeもしくはLaの1種または2種を合計で0.18～0.7%、残部Feおよびその他の不可避的不純物よりなることを特徴とするものである。

#### 作 用

この発明の耐熱鑄鉄材料においては、基本的には従来のオーステナイト系高Ni球状黒鉛鑄鉄にNbを添加することによってP、S等の不純物の粒界析出を抑制して、粒界の強化、粒界腐食の対策を講じるとともに、CeもしくはLaの添加によって、表面に生成される酸化皮膜を緻密かつ強

2.5～3.0%、Siは2.6～3.2%の範囲内に定めた。

Mn：

Mnはオーステナイトの安定化に重要な元素であるが、0.6%未満ではその効果が少なく、1.0%を越えればブローホールなどの発生が多くなる。したがってMnは0.6～1.0%の範囲内とした。

P、S：

PおよびSはいずれも不可避的不純物として含有される元素であり、その量が多ければ粒界に析出して耐酸化性を低下させるが、この発明のようにNbを添加した場合P 0.08%以下、S 0.02%以下であれば特に問題がないところから、Pは0.08%以下、Sは0.02%以下とした。

Cr：

Crは高温強度、耐酸化性の向上に有効な元素であるが、1.8%未満では十分な効果が得られず、5.0%を越えれば加工性が低下するから、1.8～5.0%の範囲内とした。なおこの発明の鑄鉄材料の場合、NbとCeもしくはLaの添加によって

耐酸化性が著しく向上するとともに高温強度も向上するから、Crの添加量が従来よりも少ない

1.8～2.2%の範囲内でも十分な高温強度、耐酸化性が得られ、したがってコストの面からはCrは1.8～2.2%の範囲内とすることが望ましい。

Ni:

Niは基体組織のオーステナイト化のために最も重要な元素である。Niが16.0%未満ではオーステナイトを安定化する効果が十分に得られず、一方30.0%を越えればその効果が飽和し、コスト上昇を招くだけであるから、16.0～30.0%の範囲内とした。なおNiが20%前後まではオーステナイト安定化の効果が必ずしも充分ではないことがあるが、この発明の場合は、NbとCeもしくはLaの添加によって機械的性質が十分に向上されるため、実際上は20%前後でも充分であり、またNiは高価であることから、Niの添加量は前記の範囲内でも特に19～22%の範囲内が好ましい。

Mg:

Mgは鑄鉄組織中の黒鉛を球状化するために必

要な元素であり、残留Mg量が0.03～0.10%の範囲内であれば必要とする球状黒鉛鑄鉄組織が得られない。特にMgが0.03%未満では黒鉛が芋虫状となって十分に球状化されない。したがってMgは0.03～0.10%の範囲内とした。

Nb:

Nbは既に述べたようにP、S等の不純物の粒界析出を抑制して、粒界を強化し、粒界腐食による酸化を防止して耐酸化性能を高め、かつ高温強度等の機械的性質の向上にも寄与する重要な元素である。Nbが0.8%未満では上記の効果が少なく、一方3.3%を越えても添加量のわりには性能が向上しないためコスト的に不利となる。したがってNbは0.8～3.3%の範囲内とした。

Ce、La:

これらは前述のように鑄鉄材料の表面にCr、Ni、Nb等の作用によって形成される酸化膜を強固かつ緻密なものとし、これによって耐酸化性を向上させる重要な元素である。Ce、Laはいずれも希土類元素であって鉄に対する作用は同じ

であるから、それらの合計量で添加量範囲を定めた。Ce、Laの合計添加量が0.18%未満では上述の効果が十分に得られず、一方0.7%を越えて添加することは実作業上困難であり、またそれ以上添加してもコスト上昇の割には添加効果は増大しない。したがってこれらの合計添加量は0.18～0.7%の範囲内とした。

#### 実施例

第1表の材料No.1～8に示す成分の本発明材、従来材（従来のオーステナイト系高Ni球状黒鉛鑄鉄＝ニレジスト鑄鉄）および比較材について、20kg高周波溶解炉を用いて鑄造した。ここで球状化処理材としてはNi－8%Mg合金を用い、また接種材としてはFe－75%Si合金を0.3%使用した。出湯温度は1650℃、注湯温度は1500℃以上である。

第1表 : 供試材の成分組成 (wt%)

材料No	区 分	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mg	Nb	Ce	La	P	S
1	従来材 (ニレジスト鋼鉄)	2.48	2.96	0.82	2.01	20.79	0.082	—	—	—	—	—
2	本 発 明 材	2.75	2.99	0.82	2.11	20.79	0.078	2.65	0.54	—	0.02	0.01
3	"	2.63	3.12	0.77	1.95	19.92	0.054	1.21	—	0.29	0.01	0.01
4	"	2.59	3.11	0.65	3.00	21.54	0.071	1.43	0.57	—	0.02	0.01
5	比 較 材	2.86	2.88	0.91	2.07	21.12	0.095	3.09	0.02	—	0.04	0.01
6	"	2.71	3.04	0.79	1.99	20.25	0.062	0.45	0.48	—	0.03	0.01
7	"	2.76	3.00	1.54	1.97	20.84	0.062	2.18	0.62	—	0.01	0.01
8	本 発 明 材	2.76	2.97	0.84	2.11	20.76	0.078	2.69	0.54	—	0.01	0.01

第1表に示す各材料No.1～No.8のうち、No.1～No.7の材料について、20mm×30mm×5mmの試験片を切出し、室温⇄900℃の繰返し酸化試験を行なって、酸化減量を調べた。ここで繰返し試験の条件は、室温から900℃まで12分間で昇温し、

900℃到達後ただちに18分間で室温まで冷却し、室温到達後ただちに900℃まで前記同様に加熱する過程を、加熱—冷却を1サイクルとして100サイクル繰返した。また酸化減量は、上記の繰返し酸化試験後にショットブラスト処理を施してスケール除去を行ってから重量を測定して試験後重量とし、

$$\text{酸化減量} = \frac{((\text{試験前重量}) - (\text{試験後重量}))}{\text{表面積}}$$

によって求めた。

以上の酸化減量測定結果を第1図に示す。第1図から、本発明材 (No.2～No.4) は、従来材であるニレジスト鋼鉄 (No.1) と比較して酸化減量が約1/4であり、したがって繰返し加熱—冷却にお

ける耐酸化性が著しく優れていることが明らかである。なおNo.5の比較材はCe添加量がこの発明で規定する下限値に満たないもの、またNo.6の比較材はNb添加量がこの発明の下限値に満たないものであるが、これらはいずれも本発明材の2倍以上の酸化減量を示した。なおまた、No.7の比較材はMnを過剰に添加してオーステナイトの安定化を図ったが、ピンホールが多数発生して、試験片の加工が不可能であった。

次に第1表の材料No.8の本発明材およびNo.1の従来材 (ニレジスト鋼鉄) について、種々の温度で繰返し酸化試験を100サイクル行ない、酸化減量を調べた。なお試験条件は加熱温度以外は前述の場合と同じとした。その結果を加熱温度に対応して第2図に示す。

第2図から明らかなように、本発明材 (No.8) は、従来材であるニレジスト鋼鉄と比較して、特に800℃以上の高温において著しく優れた耐酸化性を示すことが判る。

さらに、第1表の合金No.8の本発明材およびNo.

1の従来材(ニレジスト鉄)について、種々の温度で引張り試験を行なった。その結果を第3図に示す。第3図から、本発明材は各温度において従来のニレジスト鉄よりも高い強度を示すことが明らかである。

また第1表に示す本発明材No.8の断面金属組織写真を第4図(A)、(B)に示す。これらの組織写真から、本発明材では従来のニレジスト鉄と同様にオーステナイト基地中に球状黒鉛が晶出しており、しかも基地中の粒界における析出物が少ないことが判る。

#### 発明の効果

この発明の耐熱鉄材料は、単に高温強度や耐熱疲労特性が優れるのみならず、耐酸化性が著しく優れており、特に繰返し加熱-冷却を受けるような環境下での耐酸化性が従来のオーステナイト系高Ni球状黒鉛鉄であるニレジスト鉄と比較して格段に優れており、したがって自動車のエキゾーストマニホールドやターボハウジング等を使用して従来よりも格段にその長寿命化を図ること

とができる。

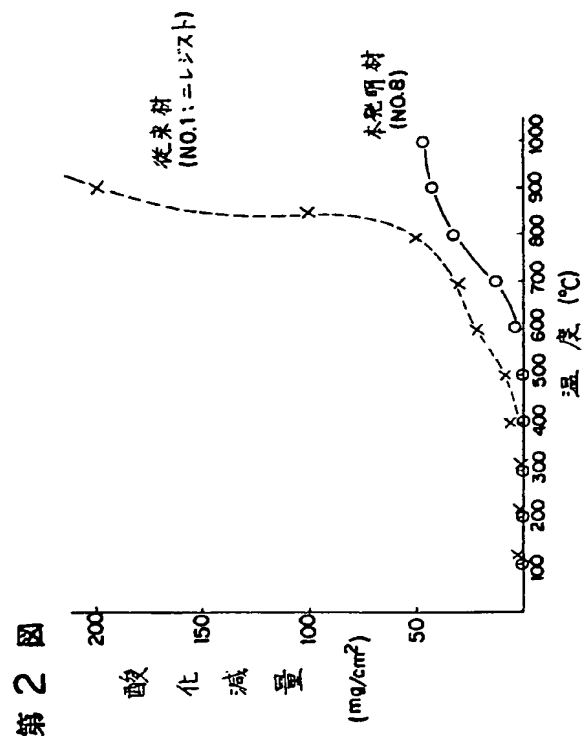
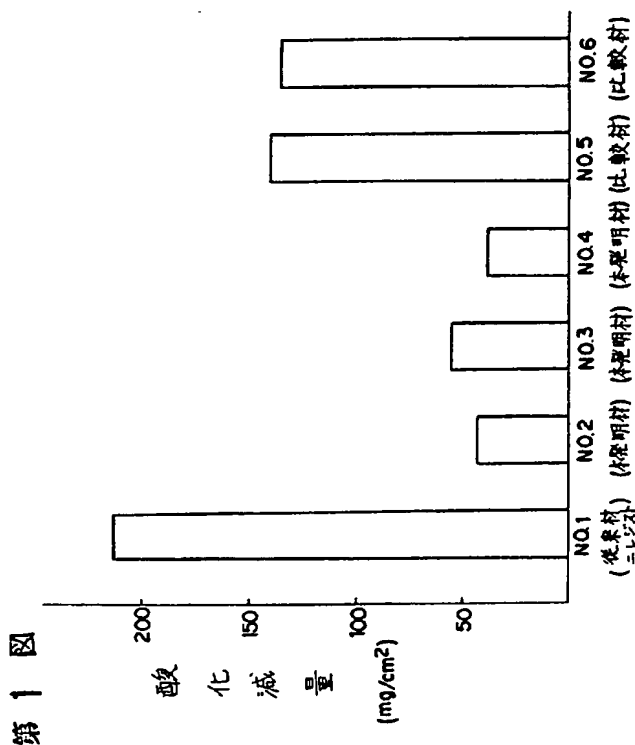
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は実施例における各材料の酸化減量を比較して示すグラフ、第2図は本発明材および従来材(ニレジスト鉄)について酸化減量の温度特性を示すグラフ、第3図は同じく本発明材および従来材(ニレジスト鉄)について引張り強さの温度特性を示すグラフ、第4図は本発明材の断面金属組織写真で、その(A)は倍率100倍のもの、(B)は倍率400倍のものである。

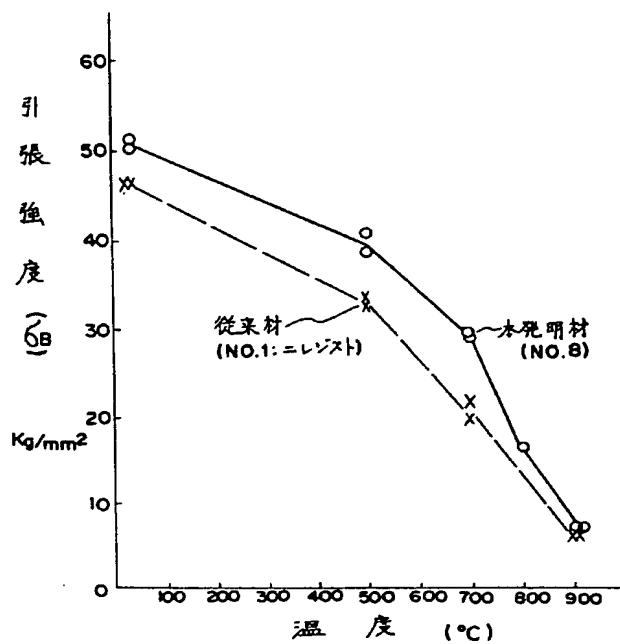
出願人 トヨタ自動車株式会社

代理人 弁理士 豊田 武久

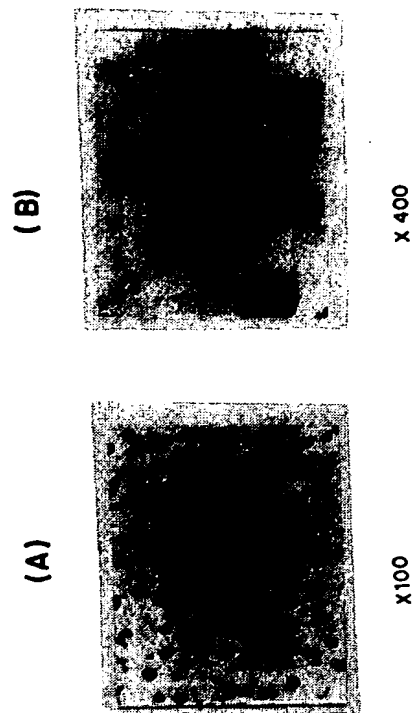
(ほか1名)



第 3 図



第 4 図



Best Available Copy